

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-323955

(43)Date of publication of application : 24.11.2000

---

(51)Int.Cl. H03H 9/25

H03H 9/64

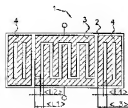
---

(21)Application number : 11-127387 (71)Applicant : MURATA MFG CO LTD

(22)Date of filing : 07.05.1999 (72)Inventor : NAKAO TAKESHI  
YONEDA TOSHIMARO  
FUJIMOTO KOJI  
KADOTA MICHIO

---

(54) SURFACE ACOUSTIC WAVE RESONATOR, SURFACE ACOUSTIC  
WAVE DEVICE, AND COMMUNICATION EQUIPMENT



(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain the surface wave resonator which improves insertion loss and suppresses variance in frequency due to variance in electrode finger width and film thickness caused at the time of etching by setting

the electrode finger width of electrode fingers constituting an IDT/(electrode finger width + space between electrode fingers) within a specific range.

SOLUTION: The IDT 3 is formed of an electrode material consisting principally of Ta and constituted by arranging a couple of comb-type electrodes so that their comb-tooth parts face each other. The electrode fingers constituting the comb-tooth part of the IDT 3 are so set that the electrode finger width is larger than the space between electrode fingers of the IDT 3. Namely, the electrode fingers are so set that electrode finger width  $L2/(\text{electrode finger width} + \text{space between electrode fingers})$   $L1=0.55$  to  $0.85$ . Further, the electrode finger width is also made larger than the space between electrode fingers of a reflector 4. Consequently, variance in frequency can be suppressed without deteriorating the insertion loss.

---

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 13.07.2000

[Date of sending the examiner's  
decision of rejection]

[Kind of final disposal of application  
other than the examiner's decision of  
rejection or application converted  
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3353742

[Date of registration] 27.09.2002

[Number of appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against  
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

\* NOTICES \*

**JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The surface wave resonator characterized by being a surface wave resonator equipped with IDT which excites an SH wave by being formed on the piezo-electric substrate and said piezo-electric substrate, and being constituted with the metal or alloy with larger specific gravity of said piezo-electric substrate than piezoelectric material, and electrode digit/(tooth space between electrode digit + electrode fingers) of the electrode finger which constitutes said IDT being 0.55-0.85.

[Claim 2] The surface wave resonator according to claim 1 characterized by said piezo-electric substrate being the Xtal substrate which is an Eulerian angle (0 degree, 121 degrees - 136 degrees, 87-93 degrees).

[Claim 3] The surface wave resonator according to claim 1 or 2 characterized by forming in said both sides of IDT the reflector which set electrode digit/(tooth space between electrode digit + electrode fingers) to 0.55-0.85 so that said IDT may be inserted.

[Claim 4] Surface wave equipment characterized by using a surface wave resonator according to claim 1 to 3.

[Claim 5] Transmitter equipment characterized by the thing of the surface wave

resonator of claims 1-3, or surface wave equipment according to claim 4 for which either was used at least.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

**JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to surface wave equipment and transmitter equipments, such as the surface wave resonator and surface wave filter especially using an SH wave, and a common machine, about the surface wave equipment and the transmitter equipments which used a surface wave resonator and it, such as a surface wave filter and a common machine.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, the surface wave resonator is widely used for the band-pass filter of mobile communication equipment etc. Surface wave equipments, such as a surface wave filter using the surface wave resonator which has the structure in which IDT (IDT) which consists of the Kushigata electrode arranged as one of such the surface wave resonators so that an electrode finger may cross mutually was formed on the piezo-electric substrate,

or this surface wave resonator, are known well.

[0003] In recent years, the technique in which an Eulerian angle constitutes IDT and is miniaturized using the surface wave of an SH wave mold with the large metal of mass loads, such as Ta, and W, Au, on the front face, using the Xtal substrate of (0 degree, 121 degrees - 136 degrees, 87-93 degrees) as a piezo-electric substrate of surface wave equipment is developed.

[0004] Order is explained later on in such a manufacture approach of surface wave equipment. First, the wafer 100 which consists of Xtal is prepared as shown in drawing 9 (a). Next, as shown in drawing 9 (b), the metal thin film 101 by Ta is formed in the top face of a wafer 100 by vacuum evaporatio, sputtering, etc. Furthermore, etching removes the unnecessary part of the metal thin film 101, and many patterns which consist of two or more IDT101a and two or more reflector 101b as shown in drawing 9 (c) are formed. Moreover, a wafer 100 is cut in the part in which neither IDT101a nor reflector 101b is formed considering the combination of IDT101a and reflector 101b as one surface acoustic wave device 102 as shown in drawing 9 (d). The surface-wave component 102 finally divided as shown in drawing 9 (e) is contained in a package 103, and the electrode 104 of a package 103 and IDT101a are electrically connected by the bonding wire 105.

[0005] As mentioned above, generally, the electrode finger which constitutes IDT of surface wave equipment is formed by patternizing this metal membrane by technique, such as photo etching, after forming a metal thin film for the large metal of mass loads, such as Ta, and W, Au, by technique, such as vacuum evaporatio or sputtering, on piezo-electric substrates, such as Xtal. Most is determined by spacing of the electrode fingers from which the resonance frequency constitutes IDT, and thickness and an electrode digit with such surface wave equipment.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, when surface-wave equipment was produced through a process which was described above, there

was a problem that an electrode digit and thickness changed for every wafer with precision of etching for patternizing IDT. Moreover, the problem that variation arose was in an electrode digit or thickness also within the same wafer. The variation in such electrode digits and thickness had turned into variation in a frequency.

[0007] However, when the large metal of mass loads, such as Ta, and W, Au, constituted IDT unlike electrode materials, such as aluminum, there was a trouble that the variation in an electrode digit or the frequency by the variation in thickness was large. That is, when IDT was formed with electrode materials, such as aluminum, even if variation arose in the frequency, it was the thing of extent which can respond by carrying out frequency regulation on wafer level, but when the large metal of mass loads, such as Ta, and W, Au, constituted IDT, such big variation had arisen in carrying out frequency regulation on wafer level that it cannot respond. The more a mass load is large like Ta, W, and Au, the more this is because the dependence of the frequency to a metal consistency is large compared with the small metal of mass loads, such as aluminum, so it becomes bigger variation in a frequency also with the same electrode digit of extent and the variation of thickness as the small metal of mass loads, such as aluminum.

[0008] The purpose of this invention is to offer the surface wave resonator which can suppress the variation in the electrode digit which improves an insertion loss and is produced in the case of etching, or the frequency by the variation in thickness, and surface wave equipment.

[0009]

[Means for Solving the Problem] Then, the surface wave resonator concerning claim 1 is formed on the piezo-electric substrate and said piezo-electric substrate, by being constituted with the metal or alloy with larger specific gravity of said piezo-electric substrate than piezoelectric material, it is a surface wave resonator equipped with IDT which excites an SH wave, and electrode digit/(tooth space between electrode digit + electrode fingers) of the electrode finger which

constitutes said IDT is set as 0.55-0.85.

[0010] Thereby, sensibility becomes [ the acoustic velocity of the surface wave of an SH wave mold ] blunt to the electrode digit of IDT.

[0011] The surface wave resonator concerning claim 2 is using the piezo-electric substrate as the Xtal substrate which is an Eulerian angle (0 degree, 121 degrees - 136 degrees, 87-93 degrees) in the surface wave resonator according to claim 1.

[0012] Thereby, an electromechanical coupling coefficient is large and the good surface wave resonator of the temperature characteristic is obtained.

[0013] The resonator concerning claim 3 forms in said both sides of IDT the reflector which set electrode digit/(tooth space between electrode digit + electrode fingers) to 0.55-0.85 so that said IDT may be inserted in a surface wave resonator according to claim 1.

[0014] Thereby, sensibility becomes [ the acoustic velocity of the surface wave of an SH wave mold ] blunt to the electrode digit of a reflector.

[0015] The surface wave resonator according to claim 1 to 3 is used for the surface wave equipment concerning claim 4. Moreover, either is used for the transmitter equipment concerning claim 5 even if there is little surface wave resonator of claims 1-3 or surface wave equipment according to claim 4.

[0016] Small surface wave equipment and transmitter equipment of a frequency drift with which the insertion loss has been improved in a passband by the above configurations can be obtained.

[0017]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained using drawing. Drawing 1 is the top view of a surface wave resonator showing the 1st operation gestalt of this invention. As shown in drawing 1, the surface wave resonator 1 is constituted by forming reflectors 4 and 4 on the piezo-electric substrate 2 which consists of Xtal at one IDT3 and its both sides.

[0018] IDT3 is formed with the electrode material which uses Ta as a principal

component, and the Kushigata electrode of a lot is constituted by being arranged so that each ctenidium part may counter mutually.

[0019] Moreover, as shown in drawing 1, the electrode finger which constitutes the ctenidium part of IDT3 is set up so that the electrode digit to the tooth space between the electrode fingers of IDT3 may become large. That is, it is set up so that it may become the range of electrode digit  $L2/(\text{tooth space between electrode digit} + \text{electrode fingers})$   $L1=0.55-0.85$ . Moreover, it is set up so that the electrode digit to the tooth space between the electrode fingers of a reflector 4 may also become large. That is, it is set up so that it may become the range of electrode digit  $L4/(\text{tooth space between electrode digit} + \text{electrode fingers})$   $L3=0.55-0.85$ .

[0020] Next, the 2nd operation gestalt of this invention is explained. Drawing 2 is the top view of the vertical joint mold surface wave filter in which the 2nd operation gestalt of this invention is shown. As shown in drawing 2, the vertical joint mold surface wave filter 11 is constituted by forming reflectors 14 and 14 on the piezo-electric substrate 12 made from Xtal at two IDT(s) 13a and 13b and the both sides of those.

[0021] IDT13 is formed with the electrode material which uses Ta as a principal component, and the Kushigata electrode of a lot is constituted by being arranged so that each ctenidium part may counter mutually. Moreover, IDT(s) 13a and 13b separate fixed spacing in the surface wave propagation direction, and are arranged in it in parallel. Also in the gestalt of this operation, it is set up so that the electrode digit to the tooth space between the electrode fingers of IDT(s) 13a and 13b may become large like the gestalt of the 1st operation. That is, it is set up so that it may become the range of an electrode digit / (tooth space between electrode digit + electrode fingers)  $=0.55-0.85$ . Moreover, it is set up so that the electrode digit to the tooth space between the electrode fingers of Reflectors 14a and 14b may also become large. That is, it is set up so that it may become the range of an electrode digit / (tooth space between electrode digit + electrode fingers)  $=0.55-0.85$ .



[0022] Next, the 3rd operation gestalt of this invention is explained. Drawing 3 is the top view of the horizontal joint mold surface wave filter in which the 3rd operation gestalt of this invention is shown. As shown in drawing 3, the horizontal joint mold surface wave filter 21 is constituted by forming Reflectors 24a and 24b on the piezo-electric substrate 22 made from Xtal at two IDT(s) 23a and 23b and the both sides of those.

[0023] IDT(s) 23a and 23b are formed with the electrode material which uses Ta as a principal component, and the Kushigata electrode of a lot is constituted by being arranged so that each ctenidium part may counter mutually. Moreover, IDT(s) 23a and 23b are put in order in the direction perpendicular to the surface wave propagation direction. Also in the gestalt of this operation, like the gestalt of the 1st and the 2nd operation, it is set up so that the electrode digit to the tooth space between the electrode fingers of IDT(s) 23a and 23b may become large. That is, it is set up so that it may become the range of an electrode digit / (tooth space between electrode digit + electrode fingers) = 0.55-0.85. Moreover, it is set up so that the electrode digit to the tooth space between the electrode fingers of Reflectors 24a and 24b may also become large. That is, it is set up so that it may become the range of an electrode digit / (tooth space between electrode digit + electrode fingers) = 0.55-0.85.

[0024] Next, the 4th operation gestalt of this invention is explained. Drawing 4 is the top view of the ladder mold surface wave filter in which the 4th operation gestalt of this invention is shown. As shown in drawing 4, the ladder mold surface wave filter 31 is constituted by forming Reflectors 34a and 34b on the piezo-electric substrate 32 made from Xtal at IDT(s) 33a and 33b and the both sides of those.

[0025] IDT(s) 33a and 33b are formed with the electrode material which uses Ta as a principal component, and the Kushigata electrode of a lot is constituted by being arranged so that each ctenidium part may counter mutually. Moreover, IDT33a is allotted to a serial arm and IDT33b is constituted by the ladder mold by being allotted to a juxtaposition arm. Also in the gestalt of this operation, like the

gestalt of the 1st and the 2nd operation, it is set up so that the electrode digit to the tooth space between the electrode fingers of IDT(s) 33a and 33b may become large. That is, it is set up so that it may become the range of an electrode digit / (tooth space between electrode digit + electrode fingers) = 0.55-0.85. Moreover, it is set up so that the electrode digit to the tooth space between the electrode fingers of Reflectors 34a and 34b may also become large. That is, it is set up so that it may become the range of an electrode digit / (tooth space between electrode digit + electrode fingers) = 0.55-0.85.

[0026] Next, the 5th of this invention and the gestalt of the 6th operation are explained. Drawing 5 is the block diagram of the transmitter equipment in which the common machine in which the gestalt of operation of the 4th of this invention is shown, and the 5th operation gestalt of this invention are shown.

[0027] As shown in drawing 5, transmitter equipment 41 is constituted by connecting to an antenna 45 the antenna terminal of the common machine 44 which has the surface wave filter 42 for reception, and the surface wave filter 43 for transmission, connecting an output terminal to a receiving circuit 46, and connecting an input terminal to a sending circuit 47. Either of the surface wave filters 11-21 of the gestalt of the 2nd - the 4th operation or its combination is used for such the surface wave filter 42 for reception of the common machine 44 and the surface wave filter 43 for transmission.

[0028] Next, the range of an electrode digit / (tooth space between electrode digit + electrode fingers) = 0.55-0.85 of this invention is explained using an example. Drawing 6 is drawing which electrode digit/(tooth space between electrode digit + electrode fingers) was changed among 0.50-0.90, and looked at the variation rate of the center frequency. In addition, \*\* expresses the variation rate of center frequency in case the values of standardization thickness (thickness  $d$  / wavelength  $\lambda$ ) are 2.00%, the following, -:2.04%, \*\*:2.08%, \*\*:2.12%, O:2.16%, +:2.20%, and \*:2.47%. Moreover, in this example, the vertical joint mold surface wave filter using the surface wave of SH mold equipped with two IDT(s) and reflectors is used by using Ta as an electrode material on the Xtal

substrate expressed with an Eulerian angle (0 degree, 127 degrees, 90 degrees). Moreover, only 0.16% of case uses the vertical joint mold surface wave filter using the surface wave of SH mold equipped with two IDT(s) and reflectors by using Ta as an electrode material on the Xtal substrate expressed with an Eulerian angle (0 degree, 126 degrees, 90 degrees).

[0029] As shown in drawing 6, the downward arc is drawn for the case where the value of electrode digit/(tooth space between electrode digit + electrode fingers) is 0.75, as top-most vertices. Therefore, when the value of electrode digit/(tooth space between electrode digit + electrode fingers) is 0.75 and an electrode digit shifts forward and backward, it turns out that frequency change is the smallest. Even if the Eulerian angle of standardization thickness or the Xtal substrate changes, it is clearer than drawing 6 that this property's same inclination is shown.

[0030] About electrode digit/(tooth space between electrode digit + electrode fingers), 0.05, drawing 7 is drawing which looked at the rate of change of center frequency, when it shifts. The center frequency before  $d_2$  and change for electrode digit/after  $d_1$  and change (tooth space between electrode digit + electrode fingers) Namely,  $f_0(d_1)$ , [electrode digit/before change (tooth space between electrode digit + electrode fingers)] When the center frequency after change is specified as  $f_0(d_2)$ , it is drawing 7 which plotted axis-of-abcissa:  $(d_1+d_2)/2$  and axis-of-ordinate:  $[f_0(d_2)-f_0(d_1)]/[(d_1+d_2)/2]/(d_2-d_1)$ . In addition, the same thing as drawing 6 is used for  $** - *$ .

[0031] As shown in drawing 7, when the value of electrode digit/(tooth space between electrode digit + electrode fingers) is 0.75, it turns out that fluctuation of center frequency becomes the smallest. Moreover, since fluctuation of center frequency can respond also when about 1% of variations of the electrode digit by manufacture variation exists if it is about 0.15%, its things are [that the value of electrode digit/(tooth space between electrode digit + electrode fingers) should just be 0.55 or more] clear from drawing 7.

[0032] Drawing 8 is drawing which looked at how many insertion losses of a filter

change with the values of electrode digit/(tooth space between electrode digit + electrode fingers). In addition, the same thing as drawing 6 and drawing 7 is used for \*\* - +. Moreover, this example is measured after taking adjustment of I/O.

[0033] As shown in drawing 8, when electrode digit/(tooth space between electrode digit + electrode fingers) is 0.75, in \*\* - O, it turns out that an insertion loss becomes small most. Moreover, with regards to standardization thickness, there is nothing and the insertion loss is large rapidly in the neighborhood where electrode digit/(tooth space between electrode digit + electrode fingers) exceeded 0.85. Furthermore, as shown in drawing 8, as for +, 0.70 is [ electrode digit/(tooth space between electrode digit + electrode fingers) ] the minimum point of an insertion loss, but when standardization thickness became thick, as for this, the minimum point has shifted a little, and if it is between 0.55-0.85 anyway, it is almost the same as conventional 0.50, or it turns out that the insertion loss is good more than it. Therefore, since an inclination does not change depending on standardization thickness, effect is hardly received in the mass load of the thickness direction of an electrode layer. Even when the late high-density large metal of acoustic velocity, for example, W, Mo, nickel, Cu, Co, Cr, Zn, Fe, Mn, Au, Ag, Pt, Os, Ir, Hf, etc., constitutes IDT from those alloys and specific gravity excites the surface wave of an SH wave mold not only from Ta but from piezoelectric material from this, it is clear that the same inclination is shown. Moreover, the same effectiveness will be acquired if the range also of the Eulerian angle in the case of Xtal is (0 degree, 121 degrees - 136 degrees, 87-93 degrees).

[0034] In addition, it cannot be overemphasized that effectiveness with the same said of what does not restrict to this with the gestalt of the above-mentioned implementation although one step of surface acoustic wave filter is explained, carried out two or more step cascade connection, or carried out two or more step parallel connection is acquired.

[0035]

[Effect of the Invention] As mentioned above, the variation in the electrode digit

produced in the case of etching or the frequency by the variation in thickness can be suppressed, without degrading an insertion loss by setting to 0.55-0.85 electrode digit/(tooth space between electrode digit + electrode fingers) of the electrode finger which constitutes IDT according to this invention.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

**JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the top view of the surface wave resonator for explaining the 1st operation gestalt.

[Drawing 2] It is the top view of the vertical joint mold surface wave filter for explaining the 2nd operation gestalt.

[Drawing 3] It is the top view of the horizontal joint mold surface wave filter for explaining the 3rd operation gestalt.

[Drawing 4] It is the top view of the ladder mold surface wave filter for explaining the 4th operation gestalt.

[Drawing 5] They are a common machine for explaining the 5th and 6th operation gestalt, and the block diagram of transmitter equipment.

[Drawing 6] It is the property Fig. showing the variation rate of the center

frequency about electrode digit/(tooth space between electrode digit + electrode fingers).

[Drawing 7] It is the property Fig. showing the frequency deviation about electrode digit/(tooth space between electrode digit + electrode fingers).

[Drawing 8] It is the property Fig. showing the insertion loss about electrode digit/(tooth space between electrode digit + electrode fingers).

[Drawing 9] It is process drawing showing the manufacture approach of surface wave equipment.

[Description of Notations]

- 1 Surface Wave Resonator
- 2 Piezo-electric Substrate
- 3 IDT
- 4 Reflector

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

**JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

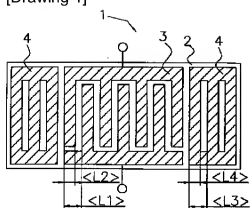
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

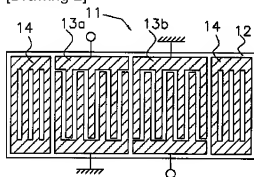
DRAWINGS

---

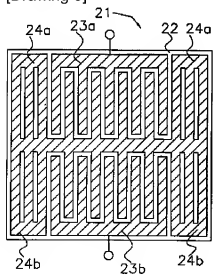
[Drawing 1]



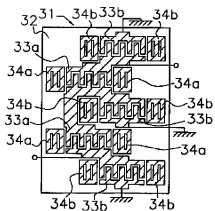
[Drawing 2]



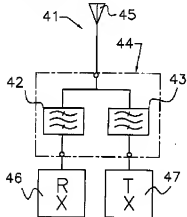
[Drawing 3]



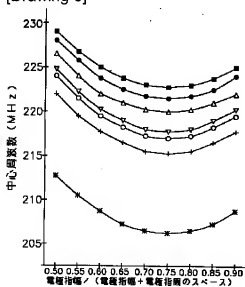
[Drawing 4]



[Drawing 5]

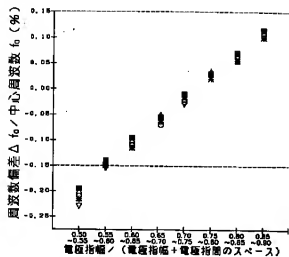


[Drawing 6]

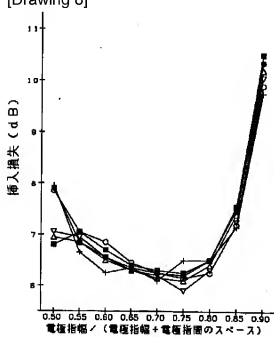




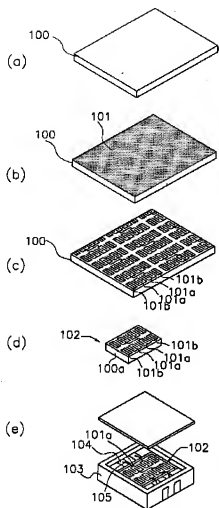
[Drawing 7]



[Drawing 8]



[Drawing 9]




---

[Translation done.]

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テラコード (参考)
H 0 3 H	9/25	H 0 3 H	C 5 J 0 9 Y
	9/64		Z

審査請求 有 請求項の数 6 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平11-127387

(22) 出願日 平成11年 5 月 7 日 (1999. 5. 7)

(71) 出願人 000006231

株式会社村田製作所

京都府長岡京市天神二丁目26番10号

(72) 発明者 中尾 武志

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内

(72) 発明者 米田 年麿

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内

(72) 発明者 藤本 耕治

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内

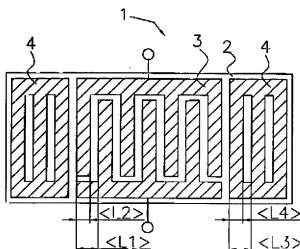
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 表面波共振器、表面波装置、通信機装置

(57) 【要約】

【課題】 挿入損失を劣化させることなく、エッチングの際に生じる電極指幅や膜厚のバラツキによる周波数のバラツキを抑えることのできる表面波装置を提供する。

【解決手段】 オイラー角 ( $0^\circ$ ,  $121^\circ \sim 136^\circ$ ,  $87 \sim 93^\circ$ ) である水晶基板上に Ta からなり電極指幅 / (電極指幅 + 電極指間のスペース) が  $0.55 \sim 0.85$  である IDT 及び反射器を構成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 圧電基板と、前記圧電基板上に形成されており、前記圧電基板の圧電材料より比重が大きい金属又は合金により構成されることによりSH波を励振するIDTとを備える表面波共振子であって、前記IDTを構成する電極指の電極指幅／（電極指幅＋電極指間のスペース）が0.55～0.85であることを特徴とする表面波共振子。

【請求項2】 前記圧電基板が、オイラー角（ $0^\circ$ 、 $121^\circ$ ～ $136^\circ$ 、 $87^\circ$ ～ $93^\circ$ ）である水晶基板であることを特徴とする請求項1記載の表面波共振子。

【請求項3】 前記IDTを挟むように、前記IDTの両側に電極指幅／（電極指幅＋電極指間のスペース）を0.55～0.85とした反射器を形成したことを特徴とする請求項1または2記載の表面波共振子。

【請求項4】 請求項1～3記載の表面波共振子を用いたことを特徴とする表面波装置。

【請求項5】 請求項1～3の表面波共振子または請求項4記載の表面波装置の少なくともいずれかを用いたことを特徴とする通信機装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、表面波共振子やそれを用いた表面波フィルタや共用器等の表面波装置及び通信機装置に関し、特にSH波を用いた表面波共振子、表面波フィルタや共用器等の表面波装置及び通信機装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来より、移動体通信機器の帯域通過フィルタ等に表面波共振子が広く用いられている。このような表面波共振子の一つとして、互いに電極指が交差するように配置された傾形電極より成るIDT（IDT）を圧電基板上に形成した構造を有する表面波共振子やこの表面波共振子を用いた表面波フィルタ等の表面波装置が良く知られている。

【0003】近年、表面波装置の圧電基板としてオイラー角が（ $0^\circ$ 、 $121^\circ$ ～ $136^\circ$ 、 $87^\circ$ ～ $93^\circ$ ）の水晶基板を用い、その表面にTaやW、Au等の質量負荷の大きい金属によってIDTを構成したSH波型の表面波を用いて小型化を行う技術が開発されている。

【0004】このように、表面波装置の製造方法を、順を追って説明をする。まず、水晶からなるウエハ100を図9（a）に示すように用意する。次に、図9（b）に示すように、ウエハ100の上面に蒸着、スパッタリング等によりTaによる金属薄膜101を形成する。さらに、金属薄膜101の不要な部分をエッチングにより除去し、図9（c）に示すように複数のIDT101aと複数の反射器101bからなるパターンを多数形成する。また、図9（d）に示すようにIDT101aと反射器101bの組み合わせを1つの表面波素子102と

してIDT101aや反射器101bの形成されていない部分でウエハ100を切断する。最後に、図9（e）に示すように分割された表面波素子102をパッケージ103に収納し、パッケージ103の電極104とIDT101aとをボンディングワイヤー105により電気的に接続する。

【0005】以上のように、表面波装置のIDTを構成する電極指は一般に、水晶等の圧電基板上にTaやW、Au等の質量負荷の大きい金属を蒸着あるいはスパッタリング等の手法で金属薄膜を形成した上で、この金属膜をフォトエッチング等の手法でパターン化することによって形成されている。このような表面波装置では、その共振周波数は、IDTを構成する電極指同士の間隔や膜厚、電極指幅によって大部分が決定される。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記したような工程を経て、表面波装置を作製すると、IDTをパターン化するためのエッチングの精度によって、電極指幅や膜厚がウエハ毎に異なるという問題があった。また、同一ウエハ内でも電極指幅や膜厚にバラツキが生じるという問題があった。これらの電極指幅や膜厚のバラツキが周波数のバラツキとなっていた。

【0007】しかしながら、Al等の電極材料と異なり、TaやW、Au等の質量負荷の大きい金属によってIDTを構成した場合、電極指幅や膜厚のバラツキによる周波数のバラツキが大きいという問題点があった。すなわち、Al等の電極材料でIDTを形成した場合には、周波数にバラツキが生じてもウエハレベルで周波数調整をすることで対応できる程度のものであるが、TaやW、Au等の質量負荷の大きい金属によってIDTを構成した場合は、ウエハレベルで周波数調整をすることで対応できない程大きなバラツキが生じていた。これは、TaやW、Auのように質量負荷が大きければ大きい程、Al等の質量負荷の小さい金属に比べて、金属の密度に対する周波数の依存度が大きいため、Al等の質量負荷の小さい金属と同じ程度の電極指幅や膜厚のバラツキでも、周波数ではより大きなバラツキとなるからである。

【0008】本発明の目的は、挿入損失を改善し、かつエッチングの際に生じる電極指幅や膜厚のバラツキによる周波数のバラツキを抑えることのできる表面波共振子や表面波装置を提供することにある。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】そこで、請求項1に係る表面波共振子は、圧電基板と、前記圧電基板上に形成されており、前記圧電基板の圧電材料より比重が大きい金属又は合金により構成されることによりSH波を励振するIDTとを備える表面波共振子であって、前記IDTを構成する電極指の電極指幅／（電極指幅＋電極指間のスペース）が0.55～0.85に設定されている。

【0010】これにより、SH波型の表面波の音速がIDTの電極指幅に対して感度が鈍くなる。

【0011】請求項2に係る表面波共振器は、請求項1記載の表面波共振器において圧電基板をオイラー角( $0^\circ$ 、 $121^\circ \sim 136^\circ$ 、 $87 \sim 93^\circ$ )である水晶基板にしている。

【0012】これにより、電気機械結合係数が大きく、温度特性の良い表面波共振器が得られる。

【0013】請求項3に係る共振器は、請求項1記載の表面波共振器において前記IDTを挟むように、前記IDTの両側に電極指幅／(電極指幅+電極指間のスペース)を0.55～0.85とした反射器を形成している。

【0014】これにより、SH波型の表面波の音速が反射器の電極指幅に対して感度が鈍くなる。

【0015】請求項4に係る表面波装置は、請求項1～3記載の表面波共振器を用いている。また、請求項5に係る通信機装置は、請求項1～3の表面波共振器または請求項4記載の表面波装置の少なくともいずれかを用いている。

【0016】以上のような構成により、通過帯域において挿入損失が改善された周波数変動の小さい表面波装置や通信機装置を得ることができる。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図を用いて説明する。図1は本発明の第1の実施形態を示す表面波共振器の平面図である。図1に示すように、表面波共振器1は水晶からなる圧電基板2上に1つのIDT3とその両側に反射器4、4を形成することにより構成されている。

【0018】IDT3は、Taを主成分とする電極材料により形成されており、一組の櫛形電極がそれぞれの櫛歯部分が互いに対向するように配置されることにより構成されている。

【0019】また、IDT3の櫛歯部分を構成する電極指は、図1に示すように、IDT3の電極指間のスペースに対する電極指幅が大きくなるように設定されている。すなわち、電極指幅 $L2$ ／(電極指幅+電極指間のスペース) $L1=0.55 \sim 0.85$ の範囲になるように設定されている。また、反射器4の電極指間のスペースに対する電極指幅も大きくなるように設定されている。すなわち、電極指幅 $L4$ ／(電極指幅+電極指間のスペース) $L3=0.55 \sim 0.85$ の範囲になるように設定されている。

【0020】次に、本発明の第2の実施形態について説明する。図2は本発明の第2の実施形態を示す縦結合型表面波フィルタの平面図である。図2に示すように、縦結合型表面波フィルタ11は水晶を材料とする圧電基板12上に2つのIDT13a、13b及びその両側に反射器14、14を形成することにより構成されている。

【0021】IDT13は、Taを主成分とする電極材料により形成されており、一組の櫛形電極がそれぞれの櫛歯部分が互いに対向するように配置されることにより構成されている。また、IDT13a、13bは表面波伝搬方向に一定の間隔を隔てて平行に並べられている。

本実施の形態においても、第1の実施の形態と同様にIDT13a、13bの電極指間のスペースに対する電極指幅が大きくなるように設定されている。すなわち、電極指幅／(電極指幅+電極指間のスペース) $=0.55 \sim 0.85$ の範囲になるように設定されている。また、反射器14a、14bの電極指間のスペースに対する電極指幅も大きくなるように設定されている。すなわち、電極指幅／(電極指幅+電極指間のスペース) $=0.55 \sim 0.85$ の範囲になるように設定されている。

【0022】次に、本発明の第3の実施形態について説明する。図3は本発明の第3の実施形態を示す横結合型表面波フィルタの平面図である。図3に示すように、横結合型表面波フィルタ21は水晶を材料とする圧電基板22上に2つのIDT23a、23b及びその両側に反射器24a、24bを形成することにより構成されている。

【0023】IDT23a、23bは、Taを主成分とする電極材料により形成されており、一組の櫛形電極がそれぞれの櫛歯部分が互いに対向するように配置されることにより構成されている。また、IDT23a、23bは表面波伝搬方向に垂直な方向に並べられている。本実施の形態においても、第1、第2の実施の形態と同様にIDT23a、23bの電極指間のスペースに対する電極指幅が大きくなるように設定されている。すなわち、電極指幅／(電極指幅+電極指間のスペース) $=0.55 \sim 0.85$ の範囲になるように設定されている。また、反射器24a、24bの電極指間のスペースに対する電極指幅も大きくなるように設定されている。すなわち、電極指幅／(電極指幅+電極指間のスペース) $=0.55 \sim 0.85$ の範囲になるように設定されている。

【0024】次に、本発明の第4の実施形態について説明する。図4は本発明の第4の実施形態を示すラダー型表面波フィルタの平面図である。図4に示すように、ラダー型表面波フィルタ31は水晶を材料とする圧電基板32上にIDT33a、33b及びその両側に反射器34a、34bを形成することにより構成されている。

【0025】IDT33a、33bは、Taを主成分とする電極材料により形成されており、一組の櫛形電極がそれぞれの櫛歯部分が互いに対向するように配置されることにより構成されている。また、IDT33aは直列腕に配され、IDT33bは並列腕に配されることにより、ラダー型に構成されている。本実施の形態においても、第1、第2の実施の形態と同様にIDT33a、33bの電極指間のスペースに対する電極指幅が大きくな

るように設定されている。すなわち、電極幅／（電極幅＋電極指間のスペース）＝ $0.55 \sim 0.85$ の範囲になるように設定されている。また、反射器34a、34bの電極指間のスペースに対する電極幅も大きくするように設定されている。すなわち、電極幅／（電極幅＋電極指間のスペース）＝ $0.55 \sim 0.85$ の範囲になるように設定されている。

【0026】次に、本発明の第5、第6の実施の形態について説明する。図5は本発明の第4の実施の形態を示す共用器及び本発明の第5の実施形態を示す通信機装置のブロック図である。

【0027】図5に示すように、通信機装置41は、受信用の表面波フィルタ42と送信用の表面波フィルタ43を有する共用器44のアンテナ端子がアンテナ45に接続され、出力端子が受信回路46に接続され、入力端子が送信回路47に接続されることにより構成されている。このような共用器44の受信用の表面波フィルタ42と送信用の表面波フィルタ43は、第2～第4の実施の形態の表面波フィルタ11～21のいずれかまたはその組み合わせを用いる。

【0028】次に本発明の電極幅／（電極幅＋電極指間のスペース）＝ $0.55 \sim 0.85$ の範囲について実施例を用いて説明する。図6は、電極幅／（電極幅＋電極指間のスペース）を $0.50 \sim 0.90$ 間に変化させてその中心周波数の変位を見た図である。なお、■は規格化膜厚（厚さ $d$ ／波長 $\lambda$ ）の値が2.00％、以下、●：2.04％、△：2.08％、▽：2.12％、○：2.16％、＋：2.20％、＊：2.47％の場合の中心周波数の変位を表している。また、本実施例ではオイラー角（ $0^\circ$ 、 $127^\circ$ 、 $90^\circ$ ）で表わされる水晶基板上にTaを電極材料として、2個のIDTと反射器を備えたSH型の表面波を用いた縦結合型表面波フィルタを用いている。また、○：2.16％の場合のみはオイラー角（ $0^\circ$ 、 $126^\circ$ 、 $90^\circ$ ）で表わされる水晶基板上にTaを電極材料として、2個のIDTと反射器を備えたSH型の表面波を用いた縦結合型表面波フィルタを用いている。

【0029】図6に示すように、電極幅／（電極幅＋電極指間のスペース）の値が0.75の場合を頂点として下向きの弧を描いている。したがって、電極幅／（電極幅＋電極指間のスペース）の値が0.75の時、電極幅が前後にずれた場合、もっとも周波数変化が小さいことがわかる。この特性は、規格化膜厚や水晶基板のオイラー角が変化しても同様の傾向を示していることが図6より明らかである。

【0030】図7は、電極幅／（電極幅＋電極指間のスペース）を $0.50$ より少しの時に、中心周波数の変化の割合を見た図である。すなわち、変化前の電極幅／（電極幅＋電極指間のスペース）を $d1$ 、変化後の電極幅／（電極幅＋電極指間のスペース）を $d2$ 、

変化前の中心周波数を $f_0$ （ $d1$ ）、変化後の中心周波数を $f_1$ （ $d2$ ）と規定した時に、横軸： $(d1+d2)/2$ 、縦軸： $[f_0(d2)-f_1(d1)]/[(d1+d2)/2]-(d2-d1)$ をプロットしたものが図7である。なお、■～＊は、図6と同じものを用いている。

【0031】図7に示すように、電極幅／（電極幅＋電極指間のスペース）の値が0.75の時、中心周波数の変動がもっとも小さくなることから、また、中心周波数の変動は、 $\pm 0.15\%$ 程度であれば、製造バラツキによる電極幅のバラツキが $\pm 1\%$ 程度存在する場合にも対応できることから、電極幅／（電極幅＋電極指間のスペース）の値が0.55以上であればよいことが図7から明らかである。

【0032】図8は電極幅／（電極幅＋電極指間のスペース）の値によってフィルタの挿入損失がどの程度変化するかを見た図である。なお、■～＋は、図6及び図7と同じものを用いている。また、本実施例は入出力の整合を取った上で測定している。

【0033】図8に示すように、電極幅／（電極幅＋電極指間のスペース）が0.75の時、■～○では最も挿入損失が小さくなることがわかる。また、規格化膜厚に関係なく、電極幅／（電極幅＋電極指間のスペース）が0.85を越えた辺りで急激に挿入損失が大きくなっていく。さらに、図8に示すように、＋は、電極幅／（電極幅＋電極指間のスペース）が0.70が挿入損失の最小点となっているが、これは規格化膜厚が厚くなったことにより若干最小点が移行しているものであり、いずれにしても0.55～0.85の間であれば、従来の0.50とほぼ同じか、それ以上に挿入損失は良好になっていることがわかる。したがって、規格化膜厚によっては傾向が変わらないことから、電極膜の厚み方向の質量負荷にはほとんど影響を受けない。このことから、Taに限らず、圧電材料より比重が大きく音速の遅い高密度な金属、例えば、W、Mo、Ni、Cu、Co、Cr、Zn、Fe、Mn、Au、Ag、Pt、Os、Ir、Hf等、又はそれらの合金でIDTを構成し、SH波型の表面波を励振した場合でも、同様の傾向を示すことは明らかである。また、水晶の場合のオイラー角も（ $0^\circ$ 、 $121^\circ \sim 136^\circ$ 、 $87^\circ \sim 93^\circ$ ）の範囲であれば同様の効果が得られる。

【0034】なお、上記実施の形態では、1段の弾性表面波フィルタについて説明したがこれに限るものではなく、複数段縦続接続したり、複数段並列接続したもので、同様の効果が得られることはいうまでもない。

【0035】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、IDTを構成する電極幅の電極幅／（電極幅＋電極指間のスペース）を $0.55 \sim 0.85$ とすることにより、挿入損失を劣化させることなく、エッチングの際に生じる

電極指幅や膜厚のバラツキによる周波数のバラツキを抑えることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施形態を説明するための表面波共振子の平面図である。

【図2】第2の実施形態を説明するための縦結合型表面波フィルタの平面図である。

【図3】第3の実施形態を説明するための横結合型表面波フィルタの平面図である。

【図4】第4の実施形態を説明するためのラダー型表面波フィルタの平面図である。

【図5】第5、第6の実施形態を説明するための共用器及び通信機装置のブロック図である。

【図6】電極指幅／（電極指幅＋電極指間のスペース）に関する中心周波数の変位を示す特性図である。

【図7】電極指幅／（電極指幅＋電極指間のスペース）に関する周波数偏差を示す特性図である。

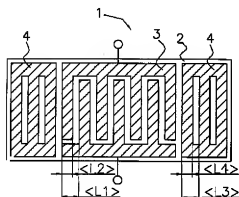
【図8】電極指幅／（電極指幅＋電極指間のスペース）に関する挿入損失を示す特性図である。

【図9】表面波装置の製造方法を示す工程図である。

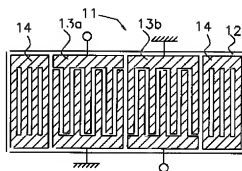
【符号の説明】

- 1 表面波共振子
- 2 圧電基板
- 3 I D T
- 4 反射器

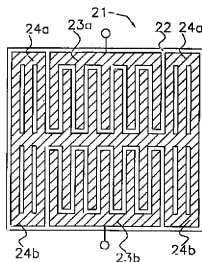
【図1】



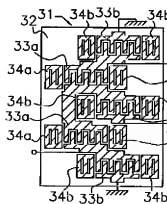
【図2】



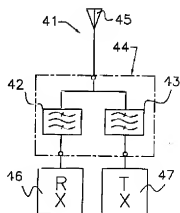
【図3】



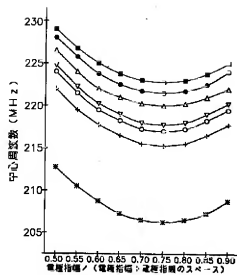
【図4】



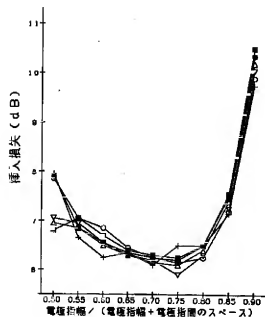
【図5】



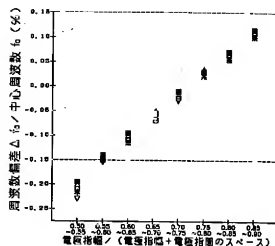
【図6】



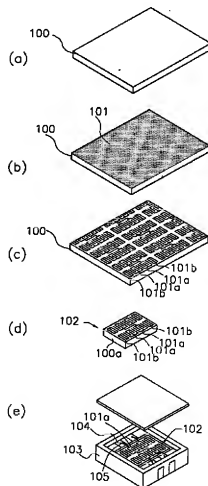
【図8】



【図7】



【図9】





フロントページの続き

(72)発明者 門田 道雄

京都府長岡京市天神二丁目36番10号 株式  
会社村田製作所内

Fターム(参考) 5J097 AA28 AA31 BB01 CC01 DD04

GG02 GG07 KK03